

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Eur päisches
Patentamt

Eur pean
Patent Office

Office eur péen
des brevets

PCT/EP 0 0 7 0 9 5 0 1 0
09/857266

EP 0019505

EPO - DG 1

EJU

17. 11. 2000

Bescheinigung

Certificate

Attestation

REC'D 27 NOV 2000	
WIPO	PCT

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99203207.8

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 25/10/00
LA HAYE, LE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Eur päisches
Patentamt

Eur pean
Patent Office

Office eur péen
des brevets

Blatt 2 d r Besch inigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 99203207.8

Anmeldetag:
Date of filing: 01/10/99
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
NO TITLE

In Anspruch genomene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques: See for original title page 1 of the description

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Analyse van een object-dataset op een meer-dimensionale ruimte.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het analyseren van een object-dataset op een meer-dimensionale ruimte.

5 Zo'n object-dataset representeert één of meer eigenschappen van het te onderzoeken object. Met name heeft de object-dataset betrekking op de dichtheidsverdeling in het te onderzoeken object en dan zijn de datawaarden de locale dichtheidswaarden van (een deel van) het te onderzoeken object. De datawaarden kunnen bijvoorbeeld ook betrekking hebben op de verdeling van de temperatuur of de magnetisatie in het object. De meer-
10 dimensionale ruimte is meestal de drie-dimensionale ruimte. Dan hebben de datawaarden betrekking op een volume verdeling van de betreffende eigenschap, bijvoorbeeld de dichtheidsverdeling in een volume van het te onderzoeken object. De meer-dimensionale ruimte kan ook twee-dimensionaal zijn. In dit geval hebben de datawaarden betrekking op een verdeling van de betreffende eigenschap in een vlak door het object, bijvoorbeeld de
15 dichtheidsverdeling langs een dwarsdoorsnede door het object.

De object-dataset kan op allerlei manieren worden verkregen. In het bijzonder heeft de object-data set betrekking op een te onderzoeken patiënt. Zo'n object-dataset kan worden opgenomen met diverse technieken, zoals met 3D röntgen rotationele angiografie, met computer tomografie of met magnetische resonantie afbeelding, of met magnetische resonantie
20 angiografie.

Het artikel '*3D rotational angiography: Clinical value in endovascular treatment*' in Medica Mundi 42(1998) door J. Moret et al. gaat over het bepalen van de
25 doorsnede van een bloedvat.

Volgens de bekende werkwijze wordt uit de object-dataset een min of meer buisvormige structuur geïdentificeerd die betrekking heeft op bloedvat van de te onderzoeken

patiënt. Deze identificatie gebeurt aan de hand van verschillen tussen datawaarden die betrekking hebben op het bloedvat en op omringend weefsel. Dergelijke verschillen worden bereikt door bij het opnemen van de object-dataset aan de te onderzoeken patiënt een geschikt contrastmiddel in het vaatstelsel toe te dienen. Volgens de bekende werkwijze wordt op het oog een snedeoppervlak min of meer dwars op de buisvormige structuur in de object-dataset aangelegd. Vervolgens wordt uit de dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur langs het snedeoppervlak de diameter van het betreffende bloedvat berekend.

Een probleem bij de bekende werkwijze is dat het lastig is om het snedeoppervlak nauwkeurig loodrecht op de buisvormige structuur te oriënteren. Deze onnauwkeurigheid heeft ernstige fouten in de berekende diameter van het betreffende bloedvat tot gevolg.

Een doel van de uitvinding is een werkwijze te verschaffen waarmee analyse van een buisvormige structuur in de object-data nauwkeuriger resultaten oplevert dan de bekende werkwijze. Met name is een doel van de uitvinding een werkwijze te verschaffen waarmee de diameter van zo'n buisvormige structuur nauwkeurig kan worden bepaald.

Dit doel wordt volgens de uitvinding bereikt met een werkwijze voor het analyseren van een object-dataset waarin een buisvormige structuur optreedt,

- welke object-dataset datawaarden toevoegt aan posities in een meer-dimensionale ruimte, welke datawaarden betrekking hebben op een te onderzoeken object, waarbij
- een beginplaats in op of nabij de buisvormige structuur wordt gekozen
- gradiënten op het oppervlak van de buisvormige structuur en ter plaatse van de beginplaats worden afgeleid
- een snedeoppervlak wordt afgeleid door de beginpositie met richting zoveel mogelijk evenwijdig aan de gradiënten in posities in een omgeving van de beginplaats en op het oppervlak van de buisvormige structuur en
- een dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur langs het snedeoppervlak wordt afgeleid.

De object-dataset kan bijvoorbeeld worden verkregen met verschillende technieken zoals magnetische resonantie angiografie, computer tomografie of 3D rotationele röntgen angiografie. Met dergelijke technieken wordt een object-dataset met datawaarden verkregen die de structuur van (een deel van) het vaatstelsel van de te onderzoeken patiënt vertegenwoordigt.

De buisvormige structuur betreft een gedeelte van de object-dataset waar de datawaarden afwijken van de omgeving van de buisvormige structuur. De afwijkende datawaarden liggen bijvoorbeeld in een geselecteerd bereik van datawaarden die groter zijn dan een vooraf bepaalde drempel, of datawaarden die kleiner zijn dan een vooraf bepaald

5 plafond. De posities in de meer-dimensionale ruimte waarbij de datawaarden zo'n afwijkende waarde hebben liggen langs een langgerekt min of meer buisvormig gebied. Dit buisvormig gebied kan de vorm hebben van een lege holle of een gevulde buis. De buisvormige structuur kan met segmentatietechnieken in de object-dataset worden aangeduid waarbij de posities met de afwijkende datawaarden worden geïdentificeerd.

10 De beginplaats duidt de plaats aan waar de dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur gewenst wordt. De beginplaats kan bijvoorbeeld aangeduid worden door die in een weergave van de object-dataset op een beeldscherm aan te wijzen.

De gradiënten betreffen locale verschillen tussen datawaarden ter plaatse van het oppervlak. Volgens de uitvinding wordt de normaalvector op het snedeoppervlak

15 nauwkeurig dwars op de gradiënten op het oppervlak gericht. De normaalvector wordt zo gericht dat de normaalvector binnen een nauwe tolerantie loodrecht op de gradiënten staat. Zo lukt het dat het snedeoppervlak nauwkeurig nagenoeg loodrecht op buisvormige structuur wordt georiënteerd. Hierdoor is het mogelijk om uit de dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur nauwkeurig de diameter van de buisvormige structuur af te leiden. Deze diameter is

20 bijvoorbeeld een nuttig technisch resultaat bij het onderzoek van het stelsel van bloedvaten van de te onderzoeken patiënt. Met name lukt het om vernauwingen (stenoses) of uitstulpingen (anurismen) nauwkeurig te onderzoeken.

Deze en andere aspecten van de uitvinding worden verder uitgewerkt aan de hand van de volgende uitvoeringsvoorbeelden die zijn gedefinieerd in de afhankelijke

25 Conclusies.

De normaalvector op het snedeoppervlak wordt bijvoorbeeld gericht door het de gewogen som van de kwadraten van de inproducten (scalair product) van de normaalvector en de gradiënten op het oppervlak van de buisvormige structuur in een (kleine) omgeving van de beginplaats te minimaliseren bij variatie van de normaalvector op het snedeoppervlak. De

30 gewichten in de gewogen som kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om naar de invloed van gradiënten in posities dichterbij de beginplaats op de normaalvector op het snedeoppervlak groter te maken dan de invloed van gradiënten in posities die wat verder van de beginpositie liggen.

Bij voorkeur wordt uit posities in het snedeoppervlak met datawaarden in het geselecteerde bereik een lokaal centrum van de buisvormige structuur in het snedeoppervlak afgeleid. Dit lokale centrum vertegenwoordigt het midden van de buisvormige structuur in de dwarsdoorsnede langs het snedeoppervlak. Bijvoorbeeld ligt het lokale centrum op de positie die ongeveer gelijke afstanden heeft tot vrijwel alle posities in het snedeoppervlak met datawaarden in het geselecteerde bereik. Het blijkt dat in veel gevallen verreweg de meeste van deze posities met datawaarden in het geselecteerde bereik en in het snedeoppervlak plaatsen op de rand van de buisvormige structuur vertegenwoordigen. Bij voorkeur worden voor het afleiden van het lokale centrum posities gebruikt waarin de gradiënten magnitude hebben die groter zijn dan een minimumwaarde. Hierdoor wordt een nauwkeurige selectie van posities op de rand van de buisvormige structuur uitgevoerd.

Een nog nauwkeuriger resultaat voor het lokale centrum wordt op iteratieve wijze bereikt volgens de werkwijze zoals gedefinieerd in Conclusie 4. Bij voorkeur wordt een verdeling in vier gelijke grote sectoren gebruikt. Door per sector de minimum afstand van posities met datawaarden in het geselecteerde bereik te bepalen worden posities buiten de betreffende buisvormige structuur uitgesloten. Wanneer in verschillende sectoren verschillende minimum afstanden tot de actuele centrumpositie van lokale centrum optreden ligt de actuele centrumpositie niet nauwkeurig in het midden van de buisvormige structuur. Door de centrumpositie iets te verschuiven in de richting van de sector waar de grootste minimum afstand optreedt wordt een nauwkeuriger schatting van de centrumpositie verkregen. Liefst wordt de centrumpositie verschoven over een afstand die overeenkomt met de helft van het verschil tussen de minimum afstanden in tegenover elkaar gelegen sectoren.

Volgens de uitvinding is het ook mogelijk om de lengtes van de buisvormige structuur te volgen. Daartoe wordt een vervolgpositie afgeleid die verschoven is in de richting van de normaal op het snedeoppervlak in de beginpositie. Dan wordt een volgend snedeoppervlak afgeleid door de vervolgpositie waarbij te werk gegaan wordt volgens Conclusie 1. In het volgend snedeoppervlak wordt opnieuw een lokaal centrum van de dwarsdoorsnede door de buisvormige structuur langs het volgende snedeoppervlak. Door herhaald toepassen worden opeenvolgende lokale centra langs de buisvormige structuur afgeleid. De magnitude van de onderlinge verschuiving langs de buisvormige structuur is door de gebruiker te kiezen. Naar gelang er kleinere verschuivingen bij het afleiden van steeds weer een volgende vervolgpositie worden toegepast wordt de buisvormige structuur preciezer gevolgd. Bij voorkeur wordt voor de zo verkregen reeks dwarsdoorsneden door de buisvormige structuur langs respectievelijke snedeoppervlakken een reeks diameters berekend.

Dit levert een goed inzicht in het verloop van de diameter van de buisvormige structuur langs de lengteas van die structuur. Dit resultaat is een nuttig hulpmiddel om de mate van stenose in het vaatstelsel van de te onderzoeken patiënt te onderzoeken.

5 Bij voorkeur wordt de uitvinding toegepast om een buisvormige structuur die een reservoir met daarop aangesloten toe- en afvoerkanalen omvat. Het reservoir heeft typisch een aanzienlijk grotere diameter dan de toe- en afvoerkanalen. Zo'n situatie doet zich bijvoorbeeld voor bij een aneurisma. Het eigenlijke aneurisma komt overeen met het reservoir, de toe- en afvoerkanalen komen overeen met de bloedvaten die bloed toe- en afvoeren naar en van het eigenlijke aneurisma. Bij voorkeur wordt in een dergelijk situatie de werkwijze
10 volgende Conclusie 6 toegepast. Volgens de uitvinding lukt het om de toevoer- en afvoerpunten te bepalen door de toevoer- en afvoerkanalen te volgen volgens Conclusie 5. Liefst wordt dit volgen van de toevoer- en afvoerkanalen door de gebruiker op een monitor gevolgd en kan de gebruiker het volgen beëindigen zodra de aansluitingen op het reservoir zijn bereikt. Vervolgens wordt een middenpositie in het reservoir bepaald. Bijvoorbeeld wordt een
15 deel van de object-dataset gekozen welke het reservoir omvat en ten opzichte van het reservoir een klein aantal posities buiten het reservoir. Het blijkt dat het zwaartepunt van de datawaarden in het geselecteerde deel van de object-dataset goed met het midden van het reservoir overeenkomt. Het snedeoppervlak door de toevoer- en afvoerpunten en door het midden van het reservoir scheidt het reservoir van de toevoer- en afvoerkanalen. Het volume
20 van het reservoir aan de zijde van het snedeoppervlak dat naar de middenpositie is gericht geeft nauwkeurig het effectieve volume van het reservoir weer. In het geval dat het reservoir met de toevoer- en afvoerkanalen een aneurisma met de daarop aangesloten bloedvaten vertegenwoordigt geeft het effectieve volume van het reservoir een nauwkeurig resultaat voor de grootte van het aneurisma hetgeen van belang is voor de verdere behandeling van het
25 aneurisma.

Bij voorkeur wordt de werkwijze uitgevoerd met een daartoe geschikt geprogrammeerd werkstation. Zo'n werkstation is bijvoorbeeld geladen met een computerprogramma met instructie voor het verrichten van de stappen zoals gedefinieerd in de Conclusies 1 tot en met 7.

30 Een andere toepassing van de uitvinding op een buisvormige structuur met een reservoir met daarop aangesloten toevoer- en afvoerkanalen is gedefinieerd in Conclusie 7. Ook hierbij worden de toevoer- en afvoerpunten bepaald door de toevoer- en afvoerkanalen te volgen volgens Conclusie 5. In deze toepassing van de uitvinding wordt een verbindingskanaal geïnterpoleerd tussen het toevoer- en afvoerpunt door het reservoir heen. Vervolgens wordt het

verbindingskanaal van het reservoir afgezonderd. Het resterende residu blijkt een goede benadering van het effectieve reservoir dat goed bruikbaar is om de grootte van het aneurisma te bepalen.

Deze en andere aspecten van de uitvinding worden bij wijze van voorbeeld nader toegelicht aan de hand van de volgende uitvoeringsvoorbeelden en aan de hand van de
5 bijgevoegde tekening waarin

Figuur 1 een voorbeeld toont van een object-dataset met daarin een buisvormige
10 structuur waarin de toepassing van de uitvinding wordt aangeduid en

Figuur 2 een voorbeeld van een stroomschema van de werkwijze volgens de uitvinding toont.

15 Figuur 1 toont een voorbeeld van een object-dataset met daarin een buisvormige structuur waarin de toepassing van de uitvinding wordt aangeduid. Figuur 2 toont een voorbeeld van een stroomschema van de werkwijze volgens de uitvinding. Met name toont Figuur 1 de buisvormige structuur 1, in dit geval een weergave van een deel van het vaatstelsel van de te onderzoeken patiënt, die al uit de eventueel grotere object-dataset is gesegmenteerd.
20 Dit is aangeduid als de stap 10 in Figuur 2. De segmentatie komt er bijvoorbeeld op neer dat alle datawaarden op een vaste waarden worden gezet in posities waarin de oorspronkelijke object-dataset datawaarden buiten het geselecteerd bereik heeft. Het vaatstelsel omvat een aneurisma 3, dat als reservoir fungeert, een bloedvat 2 dat bloed naar het aneurisma 3 toevoert en een bloedvat 4 waarmee bloed uit het aneurisma 3 wordt afgevoerd. Dus de bloedvaten 2 en
25 4 fungeren als toevoer- en afvoerkanaal. Het beginpunt (BP) wordt door de gebruiker gekozen, bijvoorbeeld door het met behulp van een buis en/of een toetsenbord met een cursor op het beeldscherm van een werkstation aan de wijzen. Om het beginpunt (BP) wordt een bol (B1) genomen zoals aangeduid in stap 20. Op punten op de rand van de buisvormige structuur in de bol (B1) worden de gradiënten (g_{ij}) van de datawaarden berekend, dit is aangeduid in stap 30.
30 Vervolgens wordt in stap 40 met een minimalisatie proces de normaalvector \hat{n}_i berekend, zo dat de som $\sum_j w_j (\hat{n}_i \cdot g_{ij})^2$ minimaal is. De gewichtsfactoren w_j zijn door de gebruiker in te stellen. Liefst nemen de gewichtsfactoren af naar gelang de afstand van de positie waar de gradiënt g_{ij} berekend wordt tot het beginpunt BP groter is. Het snedeoppervlak SN1 heeft

CONCLUSIES:

1. Een werkwijze voor het analyseren van een object-dataset waarin een buisvormige structuur optreedt,
 - welke object-dataset datawaarden toevoegt aan posities in een meer-dimensionale ruimte, welke datawaarden betrekking hebben op een te onderzoeken object, waarbij
- 5
 - een beginplaats in op of nabij de buisvormige structuur wordt gekozen
 - gradiënten op het oppervlak van de buisvormige structuur en ter plaatse van de beginplaats worden afgeleid
 - een snedeoppervlak wordt afgeleid door de beginpositie met richting zoveel mogelijk evenwijdig aan de gradiënten in posities in een omgeving van de beginplaats en op het
- 10 oppervlak van de buisvormige structuur en
 - een dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur langs het snedeoppervlak wordt afgeleid.
2. Een werkwijze volgens Conclusie 1, waarin de richting van het snedeoppervlak
- 15 wordt afgeleid door minimalisatie van de som van de kwadraten van de inprodukten van de normaalvector op het snedeoppervlak en de gradiënten.
3. Een werkwijze volgens Conclusie 1, waarin een lokaal centrum van de buisvormige structuur in het snedeoppervlak wordt afgeleid uit posities in het snedeoppervlak
- 20 met datawaarden in een vooraf gekozen bereik, waarbij zo'n bereik in het bijzonder datawaarden betreft groter dan een drempelwaarden of datawaarden kleiner dan een plafor waarde.
4. Een werkwijze volgens Conclusie 3, waarbij het snedeoppervlak in meerdere
- 25 sectoren verdeeld wordt en
 - een schatting van een centrumpositie van het locale centrum van de dwarsdoorsnede van de buisvormige structuur in het snedeoppervlak wordt gemaakt
 - voor de respectievelijke sectoren een minimum afstand van posities met datawaarden in het vooraf gekozen bereik tot een actuele geschatte centrumpositie wordt afgeleid

- een maximum van de minimum afstanden bij de respectievelijke sectoren wordt bepaald
- een nieuwe schatting van de centrumpositie wordt afgeleid, waarbij de nieuwe schatting van de centrumpositie ten opzichte van de actuele schatting is verschoven in het snedeoppervlak in de richting naar de sector waarin het maximum van de minimum afstanden ligt en over een afstand die afhangt van de verschillen tussen posities waarbij in tegenover elkaar gelegen sectoren de minimum afstanden optreden
- eventueel de stappen b,c en d worden herhaald waarbij de nieuwe schatting van de centrumpositie als actuele schatting wordt gebruikt.

10 5. ~~Een werkwijze volgens Conclusie 3, waarbij~~

- een vervolgpositie wordt bepaald welke verschoven is ten opzichte van de beginpositie in de richting van de normaal op het snedeoppervlak door de beginpositie en
- een volgend snedeoppervlak door de vervolgpositie wordt afgeleid, waarbij de richting van dit volgend snedeoppervlak zoveel mogelijk evenwijdig is aan de gradiënten in dit volgend snedeoppervlak en op het oppervlak van de buisvormige structuur.

6. Een werkwijze voor het analyseren van een object-dataset waarin een buisvormige structuur optreedt,

- welke object-dataset datawaarden toevoegt aan posities in een meer-dimensionale ruimte, waarbij
- in de buisvormige structuur een toevoerkanaal, een afvoerkanaal en een reservoir optreden, en de toevoer- en afvoerkanalen op het reservoir zijn aangesloten en
- een aanvoerpunt in het toevoerkanaal ter plaatse van de aansluiting van het toevoerkanaal op het reservoir wordt bepaald,
- een afvoerpunt in het afvoerkanaal ter plaatse van de aansluiting van het afvoerkanaal op het reservoir wordt bepaald,
- een middenpositie van het reservoir wordt bepaald en
- een snedeoppervlak wordt afgeleid door de aan- en afvoerpunten, waarbij de normaal op het snedeoppervlak langs de loodlijn uit de middenpositie op de lijn door de aan- en afvoerpunten staat.

7. Een werkwijze voor het analyseren van een object-dataset waarin een buisvormige structuur optreedt,

- welke object-dataset datawaarden toevoegt aan posities in een meer-dimensionale ruimte, waarbij
- in de buisvormige structuur een toevoerkanaal, een afvoerkanaal en een reservoir optreden, en de toevoer- en afvoerkanalen op het reservoir zijn aangesloten en
- 5 - een aanvoerpunt in het toevoerkanaal ter plaatse van de aansluiting van het toevoerkanaal op het reservoir wordt bepaald,
- een afvoerpunt in het afvoerkanaal ter plaatse van de aansluiting van het afvoerkanaal op het reservoir wordt bepaald,
- een verbindingskanaal wordt geïnterpoleerd tussen de aan- en afvoerpunten door het
- 10 reservoir en
- een residu wordt afgeleid als verschil tussen het reservoir en het geïnterpoleerde verbindingskanaal.

ABSTRACT:

The method relates to analysis of a tube-like structure 1, such as a rendering of a patient's vascular system. In a begin point (BP) gradients g_i to the surface of the tube-like structure 1 are computed. Next a normal \hat{n} essentially perpendicular to the gradients is derived and a cross section is taken along a cutting plane having \hat{n} as its normal. A subsequent
5 position (VP) is taken by performing a small shift in the direction of \hat{n} . By repetition of the procedure the axis of the vessel is tracked.

Figure 1

1/1

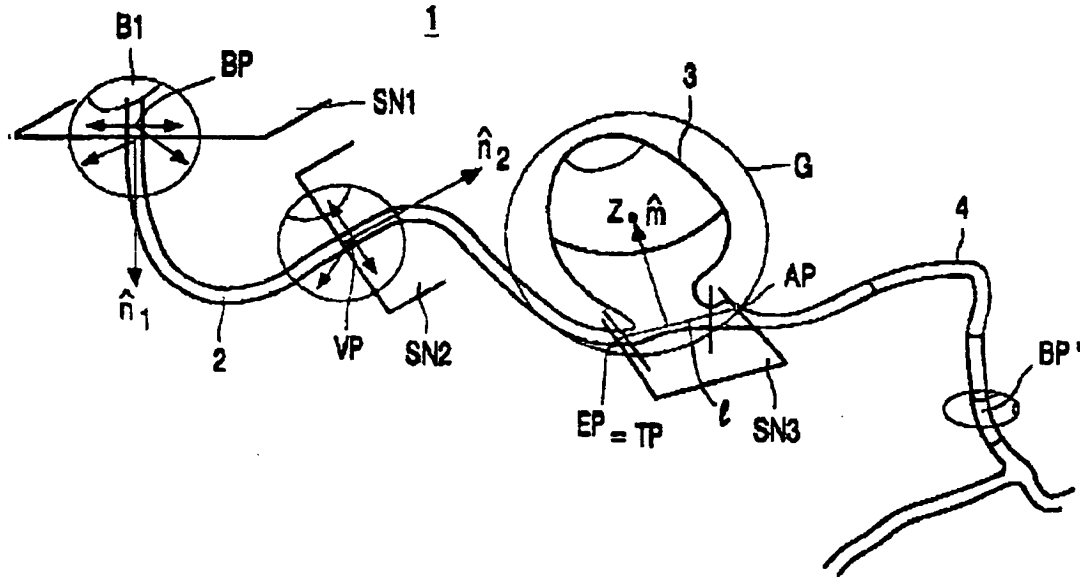


FIG. 1

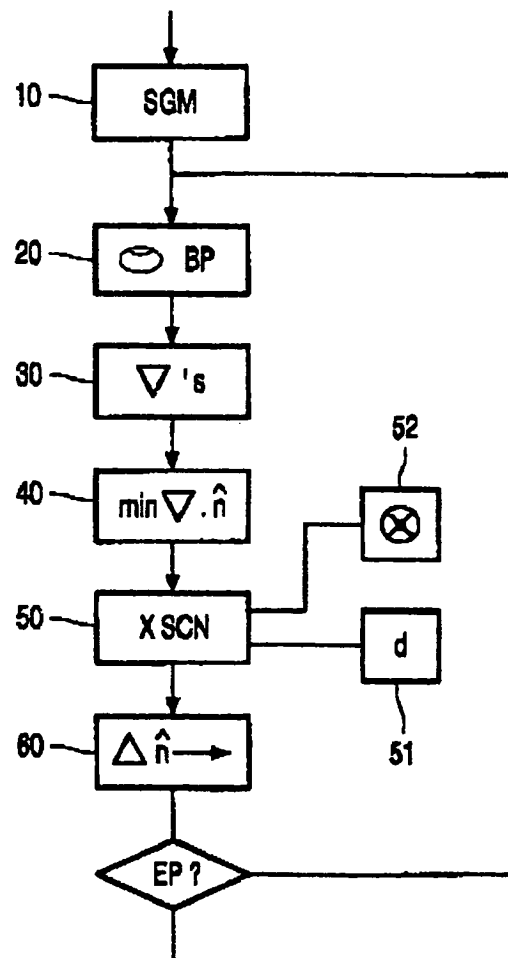


FIG. 2

PHN17678